

Inspecciones | Valuaciones | Prevención | Ingeniería | Ajustes y peritajes | Capacitación | [www.lea-global.com](http://www.lea-global.com)

02.23

## Riesgos de polvos combustibles

### INTRODUCCION

A lo largo de esta circular, intentaremos transmitirles los aprendizajes que hemos obtenido en la prestación de servicios que intentan controlar la generación de explosiones de polvo, o mitigar los daños una vez que se generan, fundamentalmente en la industria alimenticia, con el único objetivo de allanarles el camino a quienes, hoy, están comenzando a profundizar en esta problemática y/o a quienes tengan la posibilidad de sensibilizar a una gran, o pequeña, parte de la población civil e industrial sobre estos riesgos. Este documento es complementario a nuestra circular N° 8 emitida en el año 2014, [VER CIRCULAR 8.14](#)

El normal de la sociedad tiene conciencia sobre ciertos riesgos asociados a líquidos, o gases, inflamables, no obstante existe mayor desconocimiento sobre los riesgos asociados a sólidos, que cumplen ciertas características (tales como: capacidad de oxidación, tamaño de las partículas, concentración, etc.), y que también pueden ser muy explosivos y letales.

A diferencia de los líquidos inflamables, para el caso de productos sólidos con riesgo de explosión existe menor bibliografía tanto en la descripción de los riesgos como de la forma de prevenirlos. Con el objetivo de comprender la falta de inversión en el control y mitigación de eventos relacionados a este tipo de fenómenos, describimos situaciones que pueden influenciarlo:

- Falta de legislación local alertando tales riesgos. Son muy pocos los países de Latinoamérica que intentan regular las protecciones necesarias en industria expuestas a atmosferas potencialmente explosivas por polvos en suspensión.
- Limitadas normas Internacionales. A raíz de algunos eventos, que han causado daños devastadores en las últimas décadas, han comenzado a desarrollarse documentos y guías mencionaremos más adelante.
- ¿Baja? Frecuencia de eventos de esta naturaleza.

En los últimos años hemos podido desarrollar varios estudios en la industria alimenticia, lo cual nos permite obtener algunas conclusiones. Advertimos que la frecuencia de eventos es bastante mayor a lo cual se percibe; sin embargo el impacto de estos eventos son relativamente bajos para alcanzar medios masivos de difusión y por consiguiente son desconocidos, o las empresas prefieren no divulgarlos.

A pesar de lo anterior, ocasionalmente, la realidad nos “toca la puerta” y nos recuerda la importancia de estudiarlos y aplicar métodos de análisis para mitigar el impacto en la sociedad y en la industria en general.

	
<p>JUNIO 2015 – Parque Acuático – TAIWAN.  <b>Fuente: BBC.</b>  <a href="https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150628_taiwan_explosion_parque_acuatico_n_g">https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150628_taiwan_explosion_parque_acuatico_n_g</a></p> <p>En un parque acuático, con una afluencia masiva de personas, polvos combustibles, que eran parte del show, ocasionaron una deflagración letal, causando más de 500 heridos y varias muertes.</p>	<p>ENERO 2022 – CSX – EEUU. Fuente: <a href="https://www.notife.com/videos-una-fuerte-explosion-en-una-planta-de-carbon-sacudio-la-ciudad-de-baltimore">https://www.notife.com/videos-una-fuerte-explosion-en-una-planta-de-carbon-sacudio-la-ciudad-de-baltimore</a></p> <p>Caso reciente de una explosión de polvo en una planta de Carbón, en Baltimore, EEUU, que originó pérdidas millonarias EEUU.</p>

Los riesgos asociados a polvos orgánicos combustibles están presentes, fundamentalmente, en sectores agroindustriales, industria alimenticia e industria minera; no obstante, como hemos

advertido con los casos anteriores, es posible que existan en otros sectores de la sociedad e industria.

Para entender mejor los riesgos asociados a polvos combustibles, nos gustaría acercarles un video del canal de YouTube, de Jenike & Johanson, donde pueden apreciar la deflagración que se origina por una nube de polvo que alcanza un punto caliente. [HAGA CLICK EN LA FOTO.](#)



## DESARROLLO

### Evolución de normas de referencia

Lastimosamente, gran parte de la normativa asociada no supera los 20 años de antigüedad. El comienzo del siglo XXI fue marcado por un evento que, a juzgar por los hechos posteriores, impactó en el desarrollo de normativas que, hoy, actúan como guía. La explosión de la empresa The Imperial Sugar Factory, en Georgia (USA), causó la muerte de 14 personas, decenas de heridos y la destrucción de casi todo el complejo industrial de refinación de azúcar. Las imágenes demuestran, por si solas, el impacto del evento que se dio como resultado de una explosión confinada de azúcar refinada.



*The Imperial Sugar Factory después de una explosión de polvo combustible en 2008.*

*Fotos: Junta de Investigación de Peligros y Seguridad Química de EE. UU.*

Para ahondar en los detalles del evento, les recomiendo ver el siguiente video emitido por la CSB (U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board):  
<https://www.youtube.com/watch?v=Jg7mLSG-Yws>

En este contexto la asociación NFPA, quien tiene gran impacto en toda nuestra región en materia de regulación de seguridad industrial, avanzó en el desarrollo de normativas para regular la actividad vinculada al manejo de polvos combustibles:

- [NFPA 654](#) - Standard for the Prevention of Fire and Dust Explosions from the Manufacturing, Processing, and Handling of Combustible Particulate Solids - *Primera publicación 2006*
- [NFPA 61](#)- Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Processing Facilities – *Primera publicación 2008*

Dichas normas fueron acompañadas con la incorporación del criterio de Clasificación de áreas por polvos combustibles, a partir de la norma:

- [NFPA 499](#) - Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas – *Primera publicación 2008*

Este criterio ya era aplicado en la industria del Oil & Gas, de forma homóloga para gases inflamables, e incluye dos aspectos principales: la identificación de áreas peligrosas por la presencia de polvos combustibles y el control de los puntos de ignición asociados a la instalación eléctrica.

Sin embargo, es fundamental entender que la instalación eléctrica es tan solo una de las causas posibles de ignición de la nube. Hay otras, que suelen estar muy presentes en la industria, entre las cuales se destacan:

- Fuegos Abiertos.
- Calentamiento por fricción en cojinetes.
- Chispas por electricidad o estática.
- Trabajos de corte y soldadura.
- Superficies calientes.
- Fricción en equipos por presencia partículas metálicas extrañas (ejemplo: sistemas de aspiración).
- Entre otras.

La clasificación de áreas y el control de los puntos de ignición eléctricos no son herramientas suficientes para mitigar completamente el riesgo asociado a polvos combustibles. Por tal motivo, hace muy pocos años, surgió la norma: [NFPA 652](#) – Standard on the Fundamentals of Combustible – Dust – Primera publicación 2016.

Dicha norma, incluyó una metodología de análisis de los riesgos y herramientas para mitigarlos, también inspirada en formas de trabajo típicas de la industria del Oil & Gas. En 2016, se incorpora el Dust Hazard Analysis (DHA) como herramienta para el control de riesgos asociados a polvos combustibles.

## Conceptos teóricos básicos

Los peligros asociados a polvo combustible podríamos resumirlos en:

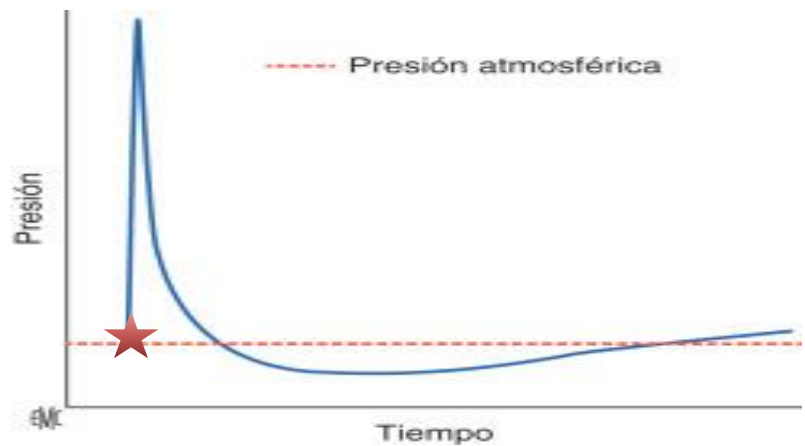
- Fuego o incendio, cuando están depositados sobre una superficie (ej.: incendios en chip de madera).
- Flash fire, o deflagración, en polvos en suspensión en ambientes no confinados.
- Explosión de polvos en suspensión en ambientes confinados.



Teniendo en cuenta que la presencia de oxígeno es permanente, en los ambientes en los que convivimos, son dos los factores adicionales que deben satisfacer para que se produzca alguno de los mencionados peligros: **presencia de polvo combustible** y **una fuente de ignición**. Mientras que el nivel de destrucción posible se verá fuertemente marcado por los dos factores restantes: **dispersión de una nube de polvos combustibles** y **confinamiento**.

## Mitigación de consecuencias

Para entender la forma de mitigar las consecuencias de una explosión de polvo combustible, incluimos el siguiente gráfico que demuestra la evolución temporal de la presión en el lugar del evento en función del tiempo.



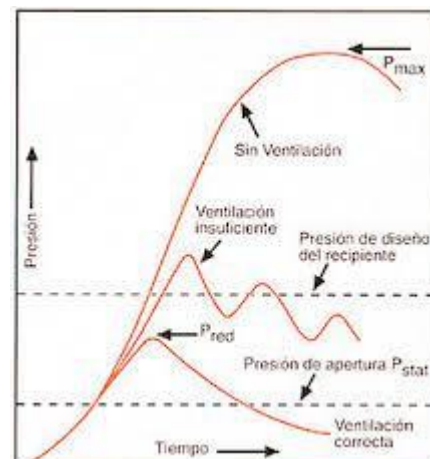
En dicha curva se destacan 3 momentos:

1. Liberación de polvo combustible: Escape de polvo combustible en condiciones de mezcla explosiva pero que no alcanza un punto de ignición.
2. Contacto con punto de ignición. Una fuente externa brinda la energía necesaria para que la nube de polvo combustible entre en ignición.
3. Evolución de la deflagración. Se produce un crecimiento abrupto de la presión, hasta alcanzar una sobrepresión máxima y finalmente una caída de la presión hasta alcanzar los niveles previos al evento.

Es por ello por lo que para mitigar los peligros asociados a polvos combustibles es necesario trabajar tanto en los venteos, permitiendo evitar el confinamiento (reduce los daños o el impacto), y/o en el control de puntos de ignición (reduce la probabilidad de que alguna vez ocurra el evento).

El venteo es una herramienta que se utiliza en el último estadio, no previene la generación del evento, sino que evita que alcance de altos niveles de destrucción mediante:

- La reducción de la sobrepresión generada por la onda expansiva.
- La canalización de sobrepresiones a lugares seguros.



El control de puntos de ignición, en cambio, intenta prevenir la explosión (reduce la probabilidad) pero no siempre previene la formación de mezclas de polvo potencialmente explosivas. Los estudios de clasificación de áreas eléctricas, por atmósferas explosivas (ATEX), determinan el nivel de protección que debe tener la instalación

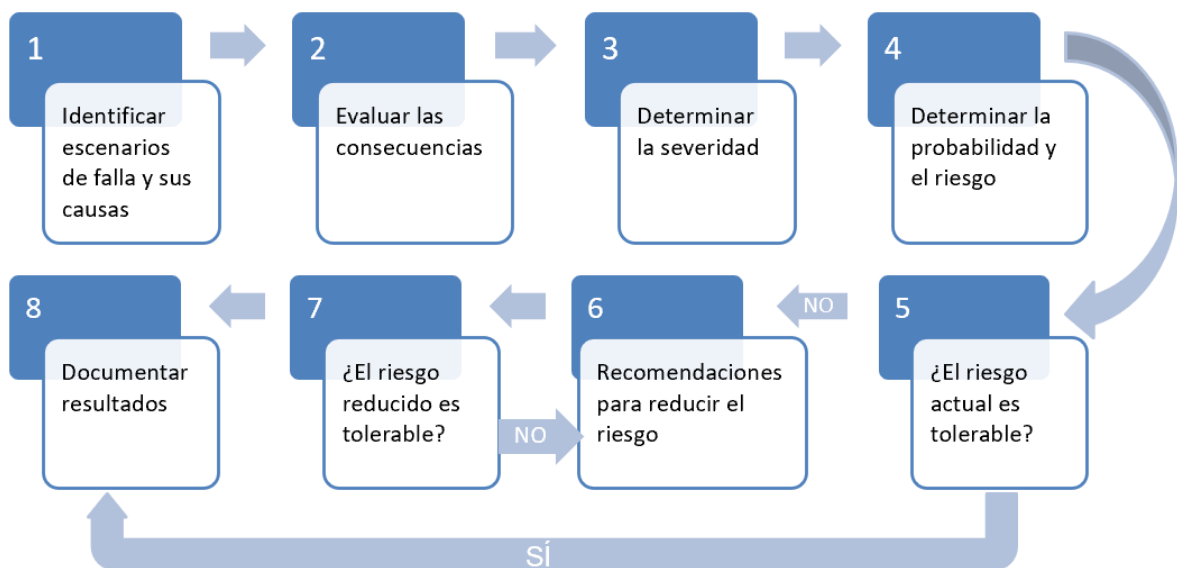
eléctrica, y equipos, de acuerdo con la condición normal, o accidental, de polvos combustibles existentes en el ambiente.

La forma más eficiente de mitigación es mediante el control integral del riesgo asociado a polvos combustibles que, a nuestro criterio, puede ser llevada adelante por la metodología Dust Hazard Analysis (DHA). El estudio ATEX debería realizarse posterior a un DHA, ya que el DHA intenta minimizar la extensión de la nube y tendrá un impacto positivo en la disminución de extensiones de las zonas clasificadas por polvos combustibles en suspensión.

## Metodología Dust Hazard Analysis (DHA)

Es un estudio minucioso que requiere de la participación de un equipo de trabajo interdisciplinario con conocimiento de Procesos, Mantenimiento, Ingeniería y Riesgos. Éstos están sustentados en la metodología de trabajo de los estudios HAZOP (Hazard Operation Anlyasis).

La metodología implementada por los equipos de LEA la podemos resumir en:

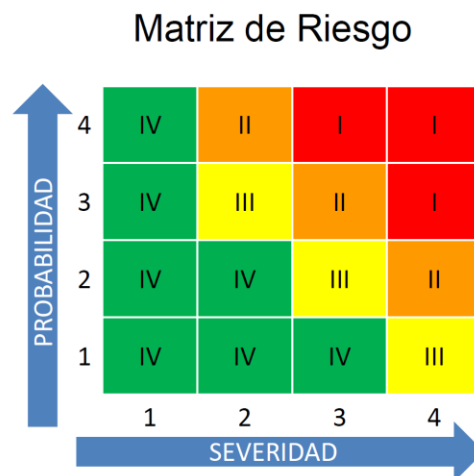


A lo largo de este estudio se analizan cada uno de los equipos de proceso, en forma individual y detallada, para los cuales se detectan potenciales peligros y se valoriza el nivel de riesgo asociado (probabilidad x severidad).

"El riesgo es una medida de lesiones humanas, daños ambientales o pérdidas económicas tanto en términos de la probabilidad de incidente como de la magnitud de la pérdida o lesión."

$$R = P \times S$$

NIVELES DEL RIESGO	
I	Inaceptable: se requieren medidas inmediatas.
II	Alto: se requieren medidas a corto plazo.
III	Moderado: se requieren medidas a mediano plazo.
IV	Aceptable: no se requieren medidas.



Finalmente, el equipo de trabajo debe elaborar recomendaciones con el fin de reducir el nivel de riesgo hasta la condición de tolerable, alcanzando niveles de prioridades. Las recomendaciones están asociadas a disminuir la probabilidad que se genere la nube de polvo, reducir su tamaño, evitar la presencia de puntos calientes en el área (control de instalación eléctrica, temperatura de equipos, etc.), revisión de layout de equipos (ubicar los equipos más riesgosos en zonas no habitadas), incorporación de sistemas que reduzcan los daños (Ej.: venteos), incorporación de sistemas de control o monitoreo (seguridad intrínseca), entre otros. A continuación incluimos un esquema de los criterios que permiten definir las inversiones relacionando con el riesgo asociado al evento:

